

Curso Académico: 2021/22

## 29728 - Máquinas y motores térmicos

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 29728 - Máquinas y motores térmicos

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 434 - Graduado en Ingeniería Mecánica

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 3

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

La asignatura se ha planteado para que, una vez superada la evaluación, el alumno sea capaz de:

1. Conocer los ciclos ideales y reales de los motores alternativos de combustión interna, así como sus subsistemas y componentes.
2. Manejar los parámetros de operación y diseño de los motores alternativos de combustión interna. Conocer y utilizar sus curvas características en el contexto de sus diferentes aplicaciones.
3. Manejar las ecuaciones y aspectos fundamentales de las turbomáquinas térmicas: flujo compresible, ecuación de Euler, triángulo de velocidades, grado de reacción y tipos de escalonamientos.
4. Conocer los diferentes tipos de turbinas y compresores, sus prestaciones y criterios de selección.
5. Analizar los ciclos de potencia de gas y vapor en el contexto de sus aplicaciones, particularmente en la producción de electricidad. Conocer las prestaciones y criterios de selección de los diferentes motores térmicos.
6. Analizar la integración energética de las máquinas y motores térmicos en los sistemas de producción de energía, particularmente en la producción combinada de calor y electricidad.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

Meta 7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras.

Meta 9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura culmina el bloque formativo obligatorio que podríamos denominar energético. Proporciona los principios fundamentales para comprender y diseñar las máquinas y motores térmicos, así como su integración optimizada en plantas de generación, transferencia y uso de la energía.

Sirve para que el alumno afiance los conceptos básicos para comprender cualquier texto especializado o los manuales de los equipos más habituales en las instalaciones energéticas, tales como compresores, turbinas de gas y vapor, motores diesel, motores de gas, motores Stirling, etc.

Con esta materia, el alumno profundiza en la metodología de análisis térmico para abordar, simular, optimizar y diseñar instalaciones energéticas complejas que integren máquinas térmicas de generación de trabajo, calor y frío.

La asignatura resulta esencial para cursar las asignaturas posteriores del Módulo de Energía (optativas).

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Resultará imprescindible que el estudiante haya superado las asignaturas de Termodinámica Técnica y Transferencia de Calor e Ingeniería Térmica.

Se considera conveniente tener soltura con los conceptos fundamentales de mecánica de fluidos, resistencia de materiales y cálculo diferencial. Todo ello se aprende en las materias obligatorias estudiadas en los cursos previos del Grado.

Se recomienda al alumno la asistencia activa a las clases de teoría y problemas, así como un estudio continuado de los contenidos de la asignatura, la preparación de los problemas prácticos que puedan ser resueltos en sesiones posteriores, el estudio de los guiones y la elaboración de los resultados de las prácticas.

El trabajo continuado es fundamental para superar con el máximo aprovechamiento esta asignatura, ya que cada parte se estudia gradualmente con un procedimiento progresivo. Por ello, cuando surjan dudas, es importante resolverlas cuanto antes para garantizar el progreso correcto en esta materia. Para ayudarle a resolver sus dudas, el estudiante cuenta con la asesoría del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a tal fin.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

#### Competencias específicas:

C34: Capacidad para la aplicación de conocimientos de ingeniería térmica y el cálculo, diseño y ensayo de sistemas y máquinas térmicas

#### Competencias genéricas:

C4: Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico

C5: Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano

C6: Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma

C9: Capacidad de gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería

C10: Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo

### 2.2. Resultados de aprendizaje

1. Conoce los fundamentos de máquinas y motores térmicos y las diferentes tecnologías de transformación de energía.
2. Tiene capacidad y criterio para analizar, dimensionar, seleccionar y diseñar equipos de utilización, producción y transformación de la energía mecánica.
3. Comprende el análisis de ciclos de producción de trabajo, integrando el funcionamiento de los principales equipos.
4. Es capaz de aplicar los motores térmicos en sistemas de producción combinada de energía para la industria.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La comprensión y el diseño óptimo de instalaciones energéticas es de vital importancia para el Graduado en Ingeniería Mecánica, ya que este tipo de instalaciones contribuye de manera indudable al desarrollo de las sociedades avanzadas.

De acuerdo con las competencias profesionales de esta titulación, el futuro graduado deberá ser capaz de seleccionar el motor térmico más adecuado a cada necesidad, y abordar proyectos de diseño y optimización tanto de máquinas térmicas como de las instalaciones donde se integran.

La asignatura de Máquinas y Motores Térmicos dota al estudiante de las herramientas básicas para abordar estas tareas con éxito, profundizando en aspectos clave y presentando técnicas y métodos de análisis avanzados.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

#### Actividades de evaluación

- **Prácticas de laboratorio.** Carácter: presencial. Duración: 3 h. El estudiante se familiariza con las máquinas y motores térmicos, sus componentes, aspectos constructivos, de funcionamiento y de diseño. Aplica los conocimientos propios de la materia al estudio de algún motor térmico real y entrega un informe de resultados.
- **Prácticas con herramientas informáticas.** Carácter: presencial. Duración: 3 h. Mediante herramientas informáticas adecuadas, el estudiante aprende a resolver problemas propios de las máquinas y motores térmicos así como de las instalaciones térmicas donde se aplican. Para ello, resuelve problemas de complejidad mediana y entrega un informe de resultados.

- **Trabajos Tutorados.** Carácter: semipresencial. Duración estimada: 15 h. El estudiante, con la guía del profesor, resuelve problemas de mayor complejidad, entrega y defiende un informe de resultados.
- **Pruebas escritas.** Serán de dos tipos: 1º) cuestiones cortas de contenido conceptual y 2º) resolución de problemas similares a los resueltos en el aula y en las sesiones prácticas.

### Criterios de valoración y niveles de exigencia

En todas las actividades de evaluación se valorarán los siguientes aspectos y cualidades en el grado indicado en cada caso:

- Realización propia de las tareas (fundamental): si se detectaran plagios o copia fraudulenta de los trabajos, la nota correspondiente sería cero.
- Correcto planteamiento del procedimiento de resolución de las cuestiones y problemas planteados (fundamental).
- Exactitud del resultado obtenido.
- Existencia o no de cuestiones en blanco: se valorará negativamente no responder a ciertas preguntas planteadas.
- Corrección y claridad en la comunicación escrita (fundamental): correcta ortografía, letra clara, correcta expresión, estructura de contenidos coherente.
- Análisis crítico de los resultados (importante): coherencia, relación con otros aspectos de la asignatura, posibilidades de mejora, etc.
- Adicionalmente, para las actividades prácticas y trabajos tutorados se valorará también:
- Entrega en el plazo estipulado (fundamental): no se admitirán informes fuera de la fecha límite, salvo causa justificada debidamente.
- Entrega en el formato y procedimiento indicado por el profesor.

### Procedimientos de evaluación

**1ª Convocatoria:** El estudiante que lo desee podrá realizar un procedimiento de evaluación continuada que contendrá los siguientes elementos

1º) Pruebas escritas. Consistirán en Cuestiones de naturaleza teórica y Problemas de desarrollo y supondrán el 70 % de la calificación final. Se realizarán dos exámenes parciales. Cada uno tendrá un peso del 35% en la calificación final repartido entre un 10% la parte de Cuestiones teóricas y un 25% la parte de Problemas.

2º) Prácticas. La asistencia y los guiones entregados al finalizar cada una de las sesiones prácticas tendrán un peso en la calificación final del 15 %.

3º) Trabajo tutorado. Supondrá el 15 % restante y en su evaluación se basará en el uso de las tutorías, las actividades de seguimiento indicadas por el profesor y el informe escrito final presentado. Este último podrá ser en castellano o en inglés, en cuyo caso se podrá optar a una puntuación extra. El profesor podrá solicitar exposición y defensa oral del mismo.

Para aprobar la evaluación continuada será necesario obtener una nota igual o mayor que 4 sobre 10 en cada uno de los exámenes parciales, en el conjunto de las prácticas y en el trabajo tutorado y una nota igual o mayor que 5 sobre 10 al considerar los cuatro conjuntamente.

Los estudiantes que no superen o no deseen realizar la evaluación continuada dispondrán de la evaluación global a la que les da derecho la normativa de la Universidad de Zaragoza. Esta evaluación consistirá en una prueba escrita, que tendrá lugar el día asignado por el Centro para la realización de la 1ª convocatoria oficial, en la que se podrá preguntar acerca de cualquiera de los contenidos de la asignatura.

**2ª Convocatoria:** el procedimiento seguido se atenderá a la normativa de la Universidad de Zaragoza que en el Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje establece que se llevará a cabo una prueba global que consistirá en un examen sobre todos los contenidos de la asignatura y tendrá lugar el día asignado por el Centro para la realización de la 2ª convocatoria oficial.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

1. Clases magistrales, impartidas al grupo completo, en las que el profesor explicará los principios básicos de la asignatura y resolverá algunos problemas representativos de la aplicación de la asignatura a casos realistas del futuro ejercicio profesional. Se buscará la participación de los alumnos en esta actividad. Paralelamente el alumno debe realizar trabajo personal de estudio para un mejor aprovechamiento de las clases.

2. Prácticas de simulación con ordenador y de laboratorio que se distribuyen a lo largo del cuatrimestre y cuya valoración formará parte de la calificación final de la asignatura. Se formarán grupos de uno a tres alumnos (parejas idealmente) con objeto de fomentar el aprendizaje y el trabajo en grupo

3. Trabajos tutorados en los que utilizando bibliografía especializada, documentación técnica, catálogos de equipos y herramientas informáticas de aplicación general o específica, los estudiantes analizan y resuelven un problema de diseño o de final abierto relacionado con los contenidos de la asignatura. Se formarán grupos de uno a tres alumnos (parejas idealmente) con objeto de fomentar el aprendizaje y el trabajo en grupo.

4. Planteamiento de ejercicios, cuestiones y problemas adicionales a los resueltos en clase. Con ello se fomenta el trabajo autónomo, estudiando la materia y aplicándola a la resolución de los ejercicios planteados.

Esta actividad dirigida, pero de ejecución autónoma, es fundamental en el proceso de aprendizaje del alumno y para la

superación de las actividades de evaluación.

5. Tutorías académicas: el profesor pondrá a disposición del estudiante ciertos procedimientos para el planteamiento y la resolución de dudas. Se recomienda el uso de estas tutorías para asegurar el adecuado progreso en el aprendizaje.

## 4.2. Actividades de aprendizaje

La asistencia a **todas** las actividades de aprendizaje es de especial relevancia para adquirir las competencias de la asignatura.

### Clase presencial.

Sesiones expositivas de contenidos teóricos y de aplicación. Se presentarán los conceptos y fundamentos básicos de las máquinas y motores térmicos y su aplicación en sistemas de producción energética.

### Clases de problemas.

Se desarrollarán problemas y casos coordinados de manera temporal con los contenidos teóricos. Se fomentará que el estudiante trabaje previamente los problemas, para lo cual dispondrá de los enunciados y de las pautas de resolución de los mismos.

### Prácticas de laboratorio.

Se realizarán cinco sesiones prácticas que cubrirán los siguientes aspectos:

- Descriptiva de máquinas y motores térmicos.
- Diseño y análisis del funcionamiento de máquinas de desplazamiento positivo.
- Diseño y análisis del funcionamiento de turbomáquinas térmicas.
- Resolución de casos prácticos de máquinas y motores térmicos.
- Análisis y optimización de instalaciones de potencia y de cogeneración.

### Trabajos.

Actividades que el estudiante realizará individualmente o en grupos de 2 alumnos y que el profesor irá proponiendo a lo largo del período docente. Con una cierta periodicidad, el profesor programará sesiones de tutoría con el fin de realizar un seguimiento del funcionamiento de los grupos y de los avances conseguidos.

## 4.3. Programa

### Temario

1. Introducción a las máquinas y motores térmicos.
2. Ciclos ideales y reales de los motores alternativos de combustión interna (MACI).
3. Subsistemas y componentes de los MACI. Parámetros de operación y diseño.
4. Aplicaciones y curvas de comportamiento de los MACI.
5. Flujo compresible. Toberas y difusores. Propulsión. Fundamentos de las turbomáquinas térmicas. Ecuación de Euler. Triángulo de velocidades.
6. Grado de reacción y tipos de escalonamientos en turbinas. Pérdidas.
7. Compresores: tipos, características y criterios de selección.
8. Aplicación las máquinas y motores térmicos a la producción eléctrica.
9. Producción combinada de calor y electricidad (Cogeneración).
10. Criterios de selección y optimización de la operación de máquinas y motores térmicos en sistemas de producción de energía.

### Sesiones prácticas

- Descriptiva de de MACIs y TMTs. Determinación de la capacidad de arrastre del MACI de un vehículo.
- Diseño básico de una turbina de gas axial de reacción.
- Resolución de casos prácticos de MACIs y TMTs.
- Ciclo Rankine. Efectos sobre el rendimiento de una central térmica de la disponibilidad y temperatura del agua de refrigeración.
- Dimensionado óptimo de un sistema simple de cogeneración.

## 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

El calendario concreto se fijará al comienzo del curso en función del calendario académico.

La comunicación entre el estudiante y el profesor se gestionará a lo largo del curso mediante la plataforma del Anillo Digital Docente (ADD) de la Universidad de Zaragoza. En ella el profesor podrá distribuir los materiales de la asignatura (apuntes, cuestiones, problemas, exámenes tipo, tablas, etc.), realizar anuncios y notificaciones a los estudiantes, enviar y recibir correos y poner a disposición de los estudiantes las herramientas para la realización en el envío de los informes de las actividades de aprendizaje.

Las fechas de inicio y finalización de la asignatura y las horas concretas de impartición para cada grupo se podrán encontrar en la página web del Centro: <http://eina.unizar.es/>.

Desde el inicio del cuatrimestre los alumnos dispondrán del calendario detallado de actividades (prácticas y experiencias de laboratorio,?) que será proporcionado por el profesor correspondiente.

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

La bibliografía actualizada se encuentra en la [BR de la BUZ](#)